

白鲟年龄鉴定及其生长的初步研究*

马 骏 邓中焱 邓 昕 蔡明艳

(中国科学院水生生物研究所 武汉 430072)

提 要

以齿骨和胸鳍条为年龄鉴定材料,通过其骨磨片比较研究,结果显示用胸鳍条鉴定白鲟的年龄较为可靠。所收集的66尾白鲟样品中,根据胸鳍条鉴定年龄,幼鲟8尾,1—3龄。成鱼58尾中,雄鱼33尾,最低6龄,最高11龄,多数个体为8—9龄。雌鱼25尾,最低7龄,最高17龄,多数为10—12龄。白鲟生长速度快,特别在第一年其长度生长最为突出。当年10月份的幼鱼全长达53—61cm,1龄鱼平均全长75cm。推算结果表明雌雄鱼在性成熟前生长无明显差异,性成熟后,雌鱼的长度及重量均大于相同年龄雄鱼。采用VBGF描述白鲟全长及体重的增长。

关键词 白鲟,年龄鉴定,齿骨,胸鳍条,生长

白鲟[*Psephurus gladius* (Martens)]是我国长江中生活的一种大型淡水鱼类,曾记录到的最大长度达7m^[1],最大体重约908kg^[2],为现生白鲟科仅有的两个物种之一。白鲟科另一个物种匙吻鲟[*Polyodon spathula* (Walbaum)]分布于北美洲的密西西比河流域。两种鱼最显著的区别在吻的形态和食性。白鲟的吻尖细,以鱼为食;匙吻鲟的吻宽扁,滤食浮游动物。白鲟在长江干流及一些水量较大的支流都有分布,幼鱼多在中下游至河口及附属水体觅食,性成熟后繁殖期溯河,其产卵场在金沙江下游的宜宾江段。目前白鲟的数量已十分稀少,被列为国家一级重点保护动物。

长江葛洲坝枢纽兴建后,在中下游成熟的个体被大坝阻隔,不能上溯到上游产卵场繁殖,对白鲟资源带来不利的影响,引起了人们的普遍关注。朱成德曾对长江河口地区当年白鲟幼鱼的生长有过论述^[3],有关长江干流白鲟种群的年龄与生长仅有简略报道^[4—6],尚缺乏全面系统的研究。本文专题讨论了白鲟的年龄鉴定及其生长,旨在为客观评价其资源现状,制定保护措施提供基础资料。

1 材料与方 法

1.1 材料来源 白鲟标本采自重庆至河口约2450km长江干流的8个江段,当年幼鱼采自位于河口的崇明岛东滩(图1)。时间1981—1990年。渔具有滚钩、定置钩、流刺网和

* 余志堂、许蕴环、赵燕、黄秀参加野外调查工作,特此致谢。
1995年3月1日收到;1996年1月23日修回。

插网等。记录全长、吻叉长、体长和体重,解剖确定性别。取齿骨一对,胸鳍条若干,经常规处理后,带回实验室以制备骨磨片。

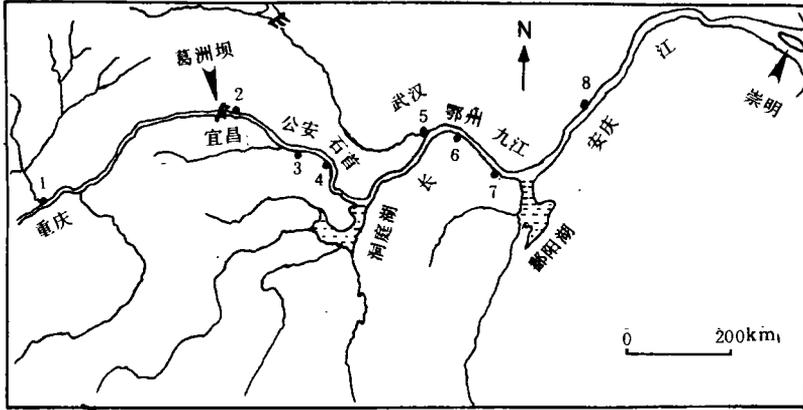


图1 白鲟标本采集江段和地区

Fig.1 Map of sampling areas of Yangtze river as indicated by dots and arrows.

1.2 制作胸鳍条骨磨片 取前5根胸鳍条以台钳固定,从距鳍条始端5mm处开始锯片,每隔4—6mm锯得一枚0.8—1.0mm厚的骨片,随鳍条长短,每根可得骨片3—5枚。再将骨片以细油石手工磨至0.3—0.5mm。小个体标本的鳍条较细,重复以上操作困难,故不分离各鳍条,而是将含有前5根鳍条的胸鳍部分整体磨片。

1.3 制作齿骨骨磨片 方法同胸鳍条骨磨片,锯断面取在齿骨弯曲部位(图2),锯片厚1.0—1.5mm,再磨至0.5—0.8mm。将加拿大树脂溶于二甲苯至粘稠状,以此透明液把两种骨磨片封于载玻片上,待24h后树脂完全浸入骨质材料中,即可观察轮纹结构。

两种材料与全长相关分析的量度,胸鳍条即从骨化中心沿鳍条切面长轴至外缘的距离。齿骨骨化中心不易确定,因此,同一切面按三种方向量度(图2)。采用Beverton法拟合Von Bertalanfy生长方程(VBGF)描述全长、体重的增长。

2 结果

2.1 形态特征 吻长是白鲟最显著的特征之一。吻的相对长度(吻长与全长、吻叉长或体长之比)约为全长的1/3,性成熟前该长度随个体生长而减小,性成熟后基本稳定,雌

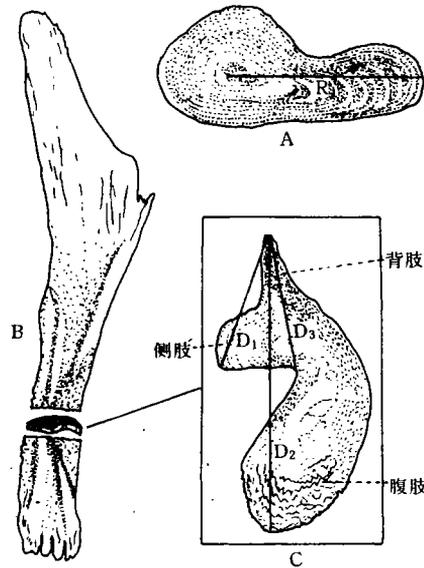


图2 胸鳍条横切面(A)、齿骨(B)及齿骨横切面(C),示相关分析量度(R, D₁, D₂, D₃)

Fig.2 Shapes of pectoral fin ray section(A), dentary bone(B) and dentary bone section(C), showing the measurements (R, D₁, D₂, D₃) for correlation analyses

雄鱼无显著差异(表1)。各生长阶段全长与吻叉长、体长呈直线显著相关(表2)。

表1 白鲟吻相对长度随生长的变化

Tab.1 Variations of rostrum length(RL) of different-sized Chinese paddlefish *P. gladius* in relation to total length(TL), fork length(FL), and body length(BL)

全长范围(cm) TL range	标本数 sample size		全长 / 吻长 TL / RL	吻叉长 / 吻长 FL / RL	体长 / 吻长 BL / RL
12.5—88.0	23	mean	3.05	2.74	2.50
		S.D.	0.09	0.09	0.09
		range	2.83—3.24	2.55—2.91	2.37—2.74
103.0—137.5	8	mean	3.26	2.95	2.71
		S.D.	0.09	0.09	0.07
		range	3.14—3.41	2.83—3.07	2.61—2.85
176.0—251.0(♂)	38	mean	3.57	3.22	3.02
		S.D.	0.19	0.14	0.12
		range	3.26—3.98	2.96—3.55	2.85—3.33
194.0—354.0(♀)	33	mean	3.62	3.31	3.09
		S.D.	0.12	0.11	0.10
		range	3.35—3.87	3.07—3.94	2.92—3.28

表2 白鲟各生长阶段全长与吻叉长、体长的回归方程

Tab.2 The regression relationships between total length(TL) and fork length(FL) and body length(BL) in different size groups of the Chinese paddlefish

全长范围(cm) TL range	标本数 Sample size	回归转化 Regression equation	相关系数 Correlative coefficient
7.9—33.5	38	$TL = -0.7401 + 1.1619FL$	0.9908
		$TL = -0.1367 + 1.2264BL$	0.9892
59.0—137.5	23	$TL = 2.6890 + 1.0775FL$	0.9989
		$TL = 3.6816 + 1.1628BL$	0.9982
176—251(♂)	41	$TL = 2.4545 + 1.0935FL$	0.9663
		$TL = -3.5372 + 1.2020BL$	0.9588
194—354(♀)	33	$TL = 3.6098 + 1.0811FL$	0.9963
		$TL = 6.1347 + 1.1452BL$	0.9944

2.2 年龄材料 白鲟的齿骨由膜骨和米克尔氏软骨两部分组成,膜骨包围着米克尔氏软骨,齿骨的弯曲部位较宽厚,各样品该处断面形状不同,变异较大,但都可划分为背肢、侧肢和腹肢三个部分,背肢细小,腹肢宽大(图2)。胸鳍鳍条除第一根外其余的分上下成对排列,同一段面上不同的鳍条切面形状不同(图版 I:1),切面大小也有很大差异(图3)。通过比较观察鳍条磨片,认为较理想的鉴定白鲟年龄的切面在胸鳍下层的第3—5根鳍条膨大部位。

表4 白鲟胸鳍条、齿骨与全长相关分析

Tab.4 Correlative analysis of pectoral fin ray and dentary bone with total length of Chinese paddlefish (sample sizes indicated in the parentheses)

回归关系 Regressions	胸鳍条 Pectoral fin ray		齿骨 Dentary bone	
	R(44)	D1(32)	D2(34)	D3(34)
TL = a+bX	a:67.0474	a:138.6640	a:152.9697	a:97.0822
	b:6.0706	b:1.9640	b:1.6076	b:1.9522
	r:0.9715	r:0.7785	r:0.4466	r:0.7454
	t:26.243	t:6.794	t:2.824	t:6.352
TL = aX ^b	a:26.2142	a:60.3382	a:66.9175	a:22.8546
	b:0.6628	b:0.3494	b:0.3184	b:0.5470
	r:0.9784	r:0.7331	r:0.4256	r:0.7029
	t:30.3057	t:5.9039	t:2.6605	t:5.5901
TL = ae ^{bX}	a:97.6864	a:158.7951	a:166.2529	a:136.0956
	b:0.0310	b:0.0078	b:0.0066	b:0.0076
	r:0.9361	r:0.7768	r:0.4605	r:0.7266
	t:17.0412	t:6.7562	t:2.9347	t:5.9824
TL = a+blnX	a:-166.6344	a:-99.2484	a:-62.4748	a:-355.0891
	b:122.1595	b:86.4513	b:75.8419	b:138.9895
	r:0.956	r:0.7231	r:0.4056	r:0.7145
	t:20.866	t:5.7338	t:2.5102	t:5.777
1 / TL = a+b / X	a:0.0019	a:0.0031	a:0.0031	a:0.0021
	b:0.0636	b:0.0587	b:0.0628	b:0.1501
	r:0.9819	r:0.6951	r:0.4100	r:0.6624
	t:33.1955	t:5.2958	t:2.5429	t:5.0018

进行了胸鳍条量度(R)、齿骨的3个量度(D₁, D₂, D₃)与全长的相关分析(表4)。结果表明齿骨与全长的相关性均比胸鳍条与全长的相关性差,以齿骨鉴定年龄和进行生长推算会有较大误差。鳍条鉴定年龄结果表明,66尾标本中,性未成熟的8尾,雄鱼33尾,雌鱼25尾。雄鱼最高11龄,最低6龄,多数为8—9龄的个体;雌鱼最高17龄,最低7龄,多数为10—12的个体。缺4—5和15—16龄的个体(表5)。

2.6 生长 白鲟是一种生长速度较快的大型淡水鱼类。3—4月孵化的仔鱼,生长至7月最大全长可达33cm,长至10月53—61cm。1990年9月重庆江段获得6尾白鲟标本,全长52.5—71.0cm,体重0.44—0.95kg,1988年9月于崇明获得1尾,全长61cm,体重0.48kg。这些标本的鳍条磨片均未有年轮标志,判断为当年出生的幼鱼。鉴定的最大个体,雌鱼17龄,全长329cm,体重102kg;雄鱼11龄,全长250cm,体重41.4kg。根据推算结果(表6),雌雄鱼在性成熟前的长度生长无明显差异,1—3龄鱼的平均全长分别为75.0cm,97.9cm和118.5cm。性成熟后雌鱼的生长速度显著大于相同年龄的雄鱼。

表 5 白鲟各年龄组平均全长、体重

Tab.5 Average total length (cm) and body weight(kg) of the age groups of Chinese paddlefish collected in Yangtze river from 1983 through 1990

年龄组 Age groups	标本数 Sample size	全长(TL)		体重(BW)	
		Mean ± SD	Range	Mean ± SD	Range
Immature					
1	1	88.0		1.28	
2	5	111.4 ± 4.9	103.0—118.0	2.98 ± 0.75	1.96—4.20
3	2	137.0 ± 0.5	136.5—137.5	6.20 ± 0.20	6.00—6.40
Male					
6	3	183.0 ± 5.7	176.0—190.0	13.30 ± 2.60	11.30—17.00
7	7	197.6 ± 22.0	180.0—249.5	19.00 ± 7.70	12.50—36.00
8	10	211.2 ± 7.2	202.2—224.5	24.60 ± 2.70	19.50—29.50
9	10	222.7 ± 8.6	212.5—237.4	30.30 ± 5.60	23.50—42.00
10	2	220.5 ± 0.5	220.0—221.0	37.50 ± 2.50	35.00—40.00
11	1	250.0		41.40	
Female					
7	1	214.0		23.30	
8	3	225.7 ± 6.5	218.0—234.0	29.40 ± 1.20	28.25—31.00
9	3	238.8 ± 11.5	224.0—252.0	37.20 ± 6.10	29.50—44.50
10	7	245.6 ± 6.8	234.5—255.0	38.30 ± 4.60	30.00—45.00
11	3	256.7 ± 5.4	249.0—261.0	58.80 ± 1.00	57.50—60.00
12	4	260.5 ± 15.4	244.0—280.0	54.60 ± 10.00	40.30—66.50
13	1	276.0		62.50	
14	2	317.5 ± 2.5	315.0—320	89.00 ± 2.00	87.00—91.00
17	1	329.0		102.0	

描述全长生长的 VBGF:

$$\text{♂ } L_t = 368.5 [1 - e^{-0.0901(t+1.66)}]$$

$$\text{♀ } L_t = 436.3 [1 - e^{-0.0724(t+2.29)}]$$

L_t 表示全长, 单位 cm, t 表示年龄。雌、雄鱼全长生长的理论极限分别为 436.3 和 368.5cm (图 5)。

表6 白鲟的生长推算

Tab.6 Back-calculated total length(cm) by pectoral fin ray for Chinese paddlefish collected from Yangtze river during 1983—1990

年龄组	标本数	年轮数(Annuli)															
Age groups	Sample size	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Immature																	
1 ⁺	2	90.7															
2 ⁺	2	70.5	105.2														
Mean		80.6	15.2														
Male																	
5 ⁺	3	73.8	103.5	130.1	149.4	169.1											
6 ⁺	6	75.1	106.9	129.9	148.0	168.1	185.1										
7 ⁺	8	71.2	95.2	116.2	138.4	157.1	173.2	192.4									
8 ⁺	9	75.1	97.9	116.0	135.0	155.0	172.6	190.4	207.6								
9 ⁺	1	79.2	92.4	105.6	125.8	140.8	158.4	176.0	193.6	206.8							
10 ⁺	1	78.4	89.6	104.5	119.4	126.9	145.5	161.9	186.7	212.7	231.3						
Mean		75.5	97.6	117.1	136.0	152.8	167.0	180.2	196.0	209.8	231.3						
Female																	
6 ⁺	1	83.2	126.8	150.6	170.4	190.2	206.1										
7 ⁺	2	85.7	116.7	138.5	154.9	176.7	196.8	215.0									
8 ⁺	3	80.3	99.5	122.9	145.0	166.9	183.7	205.0	220.7								
9 ⁺	7	69.1	94.5	119.8	141.6	162.9	180.3	198.3	214.3	231.4							
10 ⁺	3	84.4	102.7	120.3	134.0	150.7	169.5	186.5	206.0	225.8	241.9						
11 ⁺	4	67.2	91.7	112.6	125.2	141.2	152.2	168.2	186.0	205.9	222.5	239.7					
12 ⁺	1	62.5	77.0	105.9	121.9	134.8	154.0	173.3	189.3	211.8	227.9	240.7	263.2				
13 ⁺	2	73.6	88.6	103.7	122.0	135.4	148.8	175.5	193.9	213.9	234.0	262.4	279.1	294.1			
16 ⁺	1	64.4	85.8	103.7	118.0	143.0	164.5	186.0	200.3	214.6	243.2	257.5	268.2	278.9	286.1	293.2	314.7
Mean		74.5	98.1	119.8	137.0	155.8	172.9	188.5	201.5	217.2	233.9	250.1	270.2	286.5	286.1	293.2	314.7

全长 8—33cm 的当年幼鱼相应体重 1—76g, 全长 50—80cm, 体重 440—950g, 2 龄鱼平均全长 111.4cm, 平均体重 2.89kg。白鲟体长与体重的关系(图 6):

$$\text{♂ } W = 7.452 \times 10^{-7} TL^{3.2340}$$

$$\text{♀ } W = 6.942 \times 10^{-7} TL^{3.2497}$$

描述体重生长的 VBGF:

$$\text{♂ } W_t = 148.6 (1 - e^{-0.0901(t+1.66)})^{3.2340}$$

$$\text{♀ } W_t = 264.0 (1 - e^{-0.0724(t+2.29)})^{3.2497}$$

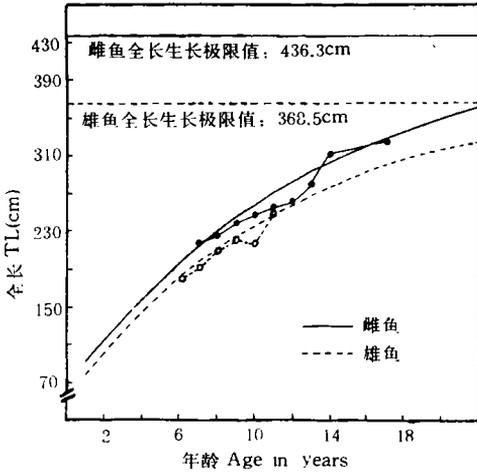


图 5 白鲟全长生长曲线

Fig.5 Growth curves of total length(TL) for male and female Chinese paddlefish

W_t 表示体重, 单位 Kg, t 表示年龄。

雌雄鱼体重生长的理论极限分别为 264.0 和 148.6Kg (图 7)。

3 讨论

Adams 最早用齿骨鉴定了匙吻鲟的年龄。匙吻鲟齿骨横切面形状同白鲟齿骨横切面十分相似, 也有三个肢: 一个背肢和两个腹肢(中肢及侧肢), 整个切面是致密的, 不存在空隙, 背肢和侧肢切面窄小, 且背肢中有大量血管分布, 生长层不易辨认。中肢切面宽大, 统计年轮较为理想^[7]。此后, 有关匙吻鲟年龄与生长的研究时有报道^[8-10]。这些研究一般采用齿骨作为鉴定年龄的材料。仅有一文提及用鳍条切面的第一个年轮推算一龄鱼体长。白鲟齿骨横切面除背肢是致密的外, 腹肢及侧肢均存在许多大小不等的空隙, 造成内缘的环纹排列不连续或丢失。因此, 用齿骨鉴定的年龄可能低于实际年龄。白鲟齿骨切面形状变异较大, 鱼体大小与齿骨粗细之间没有显著的相关性, 加之切面内有空隙存在, 难以确定骨化中心, 无法进行生长推算。胸鳍条切面致密, 骨化中心明显, 环纹排列连续, 一定部位的切面形状基本一致, 大小同标本之间有显著的相关性。在鉴定鲟鱼类的年龄时, 多数学者都采用胸鳍的第一根鳍条^[5]。白鲟第一根胸鳍条细短, 切面环纹排列紧密, 不易辨认。第 3—5 根胸鳍条相对粗长, 切面环纹清晰, 呈同心环排列, 故认为第 3—5 根胸鳍条是鉴定白鲟年龄的理想材料。

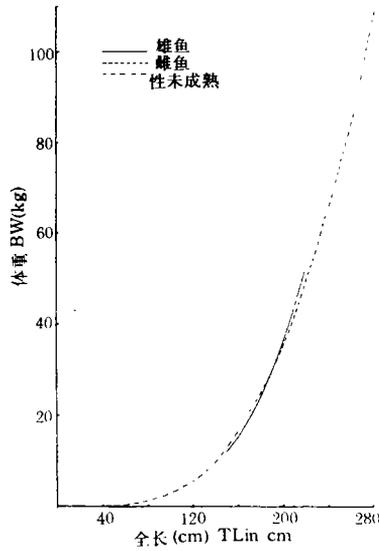


图 6 白鲟体长与体重的关系

Fig.6 Length-weight relationship of Chinese paddlefish

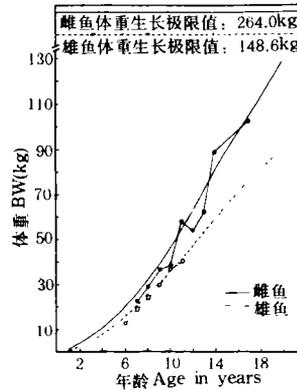


图 7 白鲟体重生长曲线

Fig.7 Growth curves of body weight (BW) for male and female Chinese paddlefish

复合年轮即同一年层显现 2—4 个环纹的现象是白鲟年轮特征之一,各环纹之间不同的透光率是判断复合年轮的依据。白鲟是一种有胃鱼类,一次摄食量可以很大,饱食后可停食相当长的时间^[5]。作者认为复合年轮可能反映出白鲟在一周年内有 2—4 个摄食旺盛时期。磨片显示出 7 龄前复合年轮较多,7 龄后则少见,这是否同白鲟的性成熟年龄有关值得探讨。据胸鳍条复合年轮推算结果,证明与白鲟的实际生长状况和齿骨轮纹数较吻合,若忽略了复合年轮,则由胸鳍条估算的年龄会远远高出实际年龄。

部分中华鲟(*Acipenser sinensis* Gray)的第一根胸鳍条因附生鳍条粘合生长形成了副中心,而围绕副中心形成的环轮数较中心轮常少 1—2 个,个别样品中两者的环纹数相同,这主要与副中心环轮形成的时间有关。高首鲟(*Acipenser transmontanus* Richardson)也有第二根鳍条嵌合于第一根鳍条后叶的现象,使得切面上年轮排列紧密,不易区分,造成年龄鉴定的误差。嵌合生长开始的时间从第 2—11 年不等。嵌合率为 52%^[12]。白鲟的第一根胸鳍条切面不象高首鲟那样,有明显的后叶,但在对应的位置,均有围绕另一骨化中心而形成的环纹。但甚为模糊。看来,无论是中华鲟因附生鳍条粘合生长形成副中心,还是高首鲟第二鳍条嵌合于第一鳍条生长形成另一骨化中心,胸鳍条切面有两个骨化中心的现象在鲟鱼类中还是较常见的,其形成机理有待深入研究。

四川省长江水产资源调查组(1988)在报道白鲟年龄鉴定结果时曾提到“白鲟的胸鳍条磨片中,表现出多个轮环,而每个轮环都有一个中心,且环纹数也不尽相同。”作者认为白鲟胸鳍条分上下两层排列,胸鳍横断面显现的多个轮环即是彼此独立的鳍条切面上的环纹,每根鳍条有一个骨化中心,胸鳍同一断面上各鳍条切面形状不同,环纹数有差异。

参 考 文 献

- [1] Ping C. Preliminary notes on the fauna of Nanking. *Contr. Biol. Lab. Sc. Soc. China*, 1931. 7(4): 173—201.
- [2] Pratt A E. The snows of Tibet through China. Spottiswoods and Co. New-street square, London, 1892: 267.
- [3] 朱成德. 长江口白鲟幼鱼的形态、生长及其食性的初步研究. *水生生物学报*, 1987. 11(4): 289—297.
- [4] 刘成汉. 有关白鲟的一些资料. *水产科技情报*, 1979, (1): 13—14.
- [5] 邓中彝等. 三峡水利枢纽对长江白鲟和胭脂鱼影响的评价及资源保护的研究, 见: 长江三峡工程对生态与环境影响及其对策研究论文集. 北京: 科学出版社. 1987: 42—51. 遵
- [6] 四川省长江水产资源调查组. 长江鲟鱼生物学及人工繁殖研究. 成都: 四川科技出版. 1988: 250—267.
- [7] Adams L A. Age determination and rate of growth in *Polyodon spathula*, by means of the growth rings of the atoliths and dentary bone. *American Midland Naturalist*. 1942. 28(3): 617—630.
- [8] Robinson J W. Observations on the life history, movement, and harvest of the paddlefish, *Polyodon spathula*, in Montana. *Proceedings of the Montana Academy of Science*. 1966. 26: 33—44.
- [9] Russell T R. Age and Growth of the paddlefish. Missouri Department of conservation. Dingell—Johnson Project F-1-R-21, study 5—4. Job number 1. Final Report, 1972: 9.
- [10] Rosen R A, Hales D C, Unkenholz D G. Biology and exploitation of paddlefish in the Missouri River below Gavins Point Dam. *Trans. Amer. Fish. Soci.*, 1982. 111(2): 216—222.

AGE DETERMINATION AND GROWTH OF CHINESE PADDLEFISH *PSEPHURUS GLADIUS*

Ma Jun, Deng Zhonglin, Deng Xin and Cai Mingyan

(Institute of Hydrobiology, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

Abstract

Observation of compare with the sections of two calcified structures, ipectoral fin ray and dentary bone from Chinese paddlefish *Psephurus gladius* were conducted. It reveals that the 3rd to 5th pectoral fin rays are optimal aging structures for the fish. The age determination of the Chinese paddlefish indicated that 8 immature individuals were 1—3 years of age, 58 mature individuals were 6—17 years old. Of these, the majority of 33 males, with the youngest age of 6 years old and the oldest 11, fell between 7—9 age groups; the most of 25 females, with the youngest 7 and the oldest 17, fell between 8—12 age groups. The rate of growth of the Chinese paddlefish appears to be rapid, especially in the first year of life. The Von Bertalanfy Growth Function (VBGF) for growth in length could be written as:

for males $L_t = 368.5 [1 - e^{-0.0901(t+1.66)}]$ for females $L_t = 436.3 [1 - e^{-0.0724(t+2.29)}]$

where L_t = total length in cm, t = age in years. The VBGF for growth in weight could be written as:

for males $w_t = 148.6 [1 - e^{-0.0901(t+1.66)}]^{3.2340}$ for females $w_t = 264.0 [1 - e^{-0.0724(t+2.29)}]^{3.2497}$

where w_t = weight in kg, t = age in year.

Key words Chinese Paddlefish, Age determination, Dentary bone, Pectoral fin ray, Growth

图版说明

图版 I

1. 白鲟胸鳍前部, 示成对排列的鳍条, $\times 20$; 2. 鳍条横切面, 编号 88-06, 标本全长 137.5cm, 体重 6.0kg, 3 龄, $\times 30$; 3. 鳍条横切面, 编号 88-330-02, 第 3 枚磨片, 示双骨化中心, $\times 20$; 4. 鳍条横切面, 编号 88-10-24, 标本全长 247cm, 体重 50.75kg, 14 龄 $\times 20$; 5. 鳍条横切面, 编号 85-15, 示复合轮中的 3 个生长环 $\times 30$; 6. 鳍条横切面, 编号 83-01, 示复合轮中的 4 个生长环 $\times 30$; 7. 鳍条横切面, 编号 83-04, 示复合轮中的 2 个生长环 $\times 40$; 8. 齿骨横切面, 编号 85-09, 示计数轮纹部位 $\times 10$.

1. cross section of pectoral fin ray from Chinese paddlefish, showing the rays arranged in pairs $\times 20$; 2. section of pectoral fin ray (PFR), sample number 86-06, three year-old fish (TL: 137.5cm, BW: 6.0kg), $\times 30$; 3. the 3rd section of PFR, sample number 88-330-02, showing two calcified points, $\times 20$; 4. section of PFR, sample number 88-10-24, fourteen year-old fish (TL: 247cm, BW: 50.75kg), $\times 20$; 5. section of PFR, sample number 85-15, showing three growth rings in complex band $\times 30$; 6. section of PFR, sample number 83-01, showing four growth rings in complex band, $\times 30$; 7. section of PFR, sample number 83-04, showing two growth rings in complex band, $\times 40$; 8. section of dentary bone, sample number 85-09, showing the area of calculated annuli, $\times 10$.